

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-116501  
 (43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl.

G03B 21/14  
 G02B 19/00  
 G02F 1/13357

(21)Application number : 2000-309735  
 (22)Date of filing : 10.10.2000

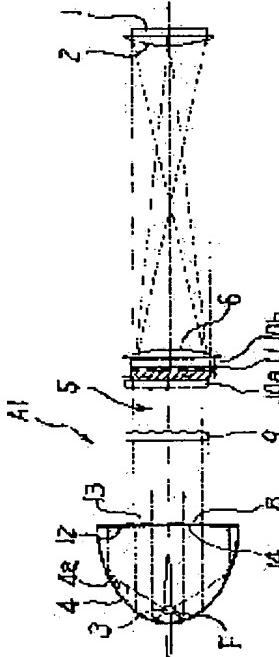
(71)Applicant : RICOH CO LTD  
 (72)Inventor : YAMAUCHI YOSHITOSHI  
 TAKIGUCHI YASUYUKI  
 KAMEYAMA KENJI  
 MIYAGAKI KAZUYA  
 HONDA TADASHI  
 NAGASE OSAMU  
 YAMAKAGE AKIHIRO  
 ISHIYAMA MASAAKI

## (54) ILLUMINATOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide such an illuminator that the size of a light source image formed on a 2nd fly-eye surface is made smaller like a point light source by much more improving the parallelism of luminous flux made incident on an integrator optical system.

**SOLUTION:** Parallel beams reflected by a rotating parabolic mirror 4 are emitted toward the integrator optical system 5 through a window 14 formed of the non mirror surface of a plane mirror 12, while light emitted from a light source 3 and not entering the mirror 4 directly is reflected by the mirror 12 made orthogonal to the optical axis of the parallel beams, returned to the mirror 4 again and reflected thereby, and passes through a focal position and is reflected by the mirror 4 again so as to be emitted as the parallel beams, whereby almost all the luminous flux being the light source light is efficiently utilized, and also the parallelism of the luminous flux emitted toward the optical system 5 is not lowered.



**\* NOTICES \***

**JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS****[Claim(s)]**

[Claim 1]In a lighting system made to turn and emit a parallel beam which allocated a light source near the focus of a paraboloid-of-revolution mirror, was emitted from this light source, and was reflected in said paraboloid-of-revolution mirror to an integrator optical system, A lighting system having made a plane mirror in which a window of a non-mirror plane which has translucency was formed intersect perpendicularly to an optic axis of said parallel beam by outside size and the outline same size of an input part of said integrator optical system, and allocating.

[Claim 2]The lighting system according to claim 1, wherein said plane mirror is provided in a glass front formed in an exit of said paraboloid-of-revolution mirror, and one.

[Claim 3]The lighting system according to claim 1, wherein said plane mirror is provided between a glass front formed in an exit of said paraboloid-of-revolution mirror, and a light-emitting part of said light source.

[Claim 4]The lighting system according to claim 1, wherein said plane mirror is provided in the 1st fly eye lens of said integrator optical system or a considerable member, and one.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a lighting system suitable for illuminating the body of the rectangular shape of a liquid crystal panel etc. to be projected.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] As an illumination-light study system for illuminating uniformly the body of rectangular shape like a liquid crystal panel to be projected, the integrator optical system which combined 2 sets of fly eye lens arrays is conventionally known by JP,3-111806,A.

[0003] The integrator optical system shown in the gazette, The light flux from the light source provided with reflectors, such as a parabolic reflector, an ellipsoid antenna reflector, and a hyperboloid antenna reflector, The condenser of two or more rectangular shape which constitutes the 1st fly eye lens arrays divides, and secondary light source images are formed. It is made to carry out superposition image formation on the same body to be projected via the 2nd fly eye lens arrays provided with two or more condensers which made these secondary light source images correspond to the condenser of two or more rectangular shape of the 1st fly eye lens arrays. According to such an integrator optical system, while the utilization efficiency of illuminant light improves, it is supposed that luminous-intensity distribution on dignity to be projected can be made into about 1 appearance. Equalization of the utilization efficiency of light and intensity distribution can be attained by forming in the rectangular shape of the ratio which makes the shape of each condenser in the 1st fly eye lens arrays equivalent to the rate of an aspect ratio of the body of rectangular shape to be projected, for example, becomes 4:3 especially.

[0004] Namely, in JP,3-111806,A, As an integrator optical system, the macro lens array which has a lens of each rectangular form in the 1st lens, and the 2nd macro lens array with the lens corresponding to the 1st lens are used, and it enables it to irradiate with the aspect ratio suitable for an irradiation object. And after putting a light source on the 1st focus of an ellipsoid-of-revolution mirror and placing a collimating lens after the 2nd focus, he is trying to lead to an integrator optical system as an example of composition by the side of the light source according to Fig.23 in the gazette.

[0005] Drawing 7 is replaced with the ellipsoid-of-revolution mirror shown in Fig.23 in JP,3-111806,A, and shows the example of composition using a paraboloid-of-revolution mirror. In drawing 7, fundamentally, The macro lens array (the 1st fly eye lens) 101 which has a lens of rectangular form in the 1st lens of the integrator optical system 100 respectively, and the 2nd macro lens array (the 2nd fly eye lens) 102 with the lens corresponding to the 1st lens are used, It is made to irradiate with the aspect ratio suitable for LCD103 which is an irradiation object. And a focus is connected to the position which is equivalent to the 2nd focus F2 with the convex lens 106 in the light which was emitted as a light source side from the light source 105 allocated in focal F1 of the paraboloid-of-revolution mirror 104, and was made parallel by the reflection in the paraboloid-of-revolution mirror 104, It is constituted so that the integrator optical system 00 may be entered with the collimate lens 107. In drawing 7, the polarization alignment prism array which 108 arranges only with P polarization component or S polarization component about the illuminant light in which P polarization component and S polarization component were intermingled, and 109,110 are lenses.

[0006] Rather than the example of the gazette, one part mark can set up freely the size of the reflector (a paraboloid-of-revolution mirror, an ellipsoid-of-revolution mirror, etc. are named generically) of what increasing, and a focal position.

[0007] According to JP,10-161065,A, a light source is put on the focal position of a parabolic mirror, a parallel

beam is obtained, and after extracting with a convex lens and returning to a parallel beam again with a concave lens, the lighting system it was made to lead to a polarized light conversion means or an integrator optical system is proposed.

[0008] Drawing 8 draws a lighting system based on the view of the example of JP,10-161065,A. In contrast with drawing 7, rather than the position equivalent to the 2nd focus F2, the parallel-ized lens 111 is allocated in a near side (light source side), and the collimating lens 107 is omitted.

[0009] As shown in drawing 9, the light source 105 is put on 1st focal F1 of an ellipsoid-of-revolution mirror (paraboloid-of-revolution mirror 104) like the case of the above-mentioned JP,3-111806,A method. There is also a thing which enabled it to use most light flux which returns the light flux which does not go into the ellipsoid-of-revolution mirror 104 to the light source 105 with the concave mirror 112 which has a ball center in 1st focal F1, and emits it from the light source 105 by the method led to the integrator optical system 100 after placing the collimating lens 107 after the 2nd focus F2.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The thought shown in above-mentioned JP,3-111806,A once condenses the light flux which the light source 105 emits, by using a parallel beam with the collimating lens 107, makes small size of the integrator optical system 100 whole, and tries to fill the global purpose. However, the size of the light source image in the focal part by which the light flux in which the light source 105 emits this composition was condensed again will be expanded by numbers of times the original light source image, even if it is going to make it into a parallel beam with the collimating lens 107, it has a limit, and the efficiency for light utilization in the integrator light system 100 will be dropped. Even if this character is replaced with the paraboloid-of-revolution mirror 104 and uses an ellipsoid-of-revolution mirror, it shows the same tendency as the combination of this paraboloid-of-revolution mirror 104 and convex lens 107.

[0011] Even if constituted like the example of JP,10-161065,A, only a parallel beam with a parallel beam comparable as the parallel beam obtained with the collimating lens 107 theoretically shown by drawing 7 which the parallel-ized lens (concave lens) 111 outputs is obtained. Like [ method / this ] the above-mentioned conventional example, even if this character places the parallel-ized lens 111 before the 2nd focus F2 using an ellipsoid-of-revolution mirror, it shows the same tendency as this paraboloid-of-revolution mirror 104 and the combination of the parallel-ized lens 111.

[0012] In the example shown in drawing 9, the utilization efficiency of the light flux which the light source 105 emits by making the light which cannot be incorporated into the mirror surface of the paraboloid-of-revolution mirror 104 recur, and using is raised by arranging the concave mirror 112 which coincided the ball center with the position of 1st focal F1. However, the view which once condenses light flux and makes small size of the integrator optical system 100 whole by using a parallel beam with the collimating lens 107 and with which it tries to fill the global purpose is the same as the conventional example shown by drawing 7. Even if the size of the light source image in the focal part by which the light flux in which the light source 105 emits this composition was again condensed by saying will be expanded by numbers of times the original light source image and it is going to make it into a parallel beam with the collimating lens 107, it has a limit. There is instead of [ no ] in the efficiency for light utilization in the integrator optical system 100 being dropped.

[0013] Then, an object of this invention is to provide the lighting system which can make small the size of the light source image where parallelism of the light flux in which an integrator optical system is entered is made by making it improve further in the 2nd fly eye lens side of an integrator optical system the shape of the point light source.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In a lighting system made to turn and emit a parallel beam which the invention according to claim 1 allocated a light source near the focus of a paraboloid-of-revolution mirror, was emitted from this light source, and was reflected in said paraboloid-of-revolution mirror to an integrator optical system. A plane mirror in which a window of a non-mirror plane which has translucency was formed was made to intersect perpendicularly to an optic axis of said parallel beam by outside size and the outline same size of an input part of said integrator optical system, and it allocated.

[0015] Therefore, while a parallel beam fundamentally reflected by paraboloid-of-revolution mirror is emitted towards an integrator optical system through a window by a non-mirror plane of a plane mirror, Since it can be made to be able to reflect in a paraboloid-of-revolution mirror again through a focal position and you can make it emitted as a parallel beam by returning to a paraboloid-of-revolution mirror and reflecting it again by making it reflect with a plane mirror which is emitted from a light source and light which is not, direct ON, made intersect

perpendicularly with a paraboloid-of-revolution mirror to an optic axis of a parallel beam. Parallelism of light flux which can almost use all efficiently and is made to emit towards an integrator optical system can also be raised. Since it is controllable in a size of a window of a non-mirror plane which has translucency by outside size and the outline same size of an input part of an integrator optical system, size of an integrator optical system can also be stopped small.

[0016]The invention according to claim 2 is provided in a glass front and one by which said plane mirror was provided in an exit of said paraboloid-of-revolution mirror in the lighting system according to claim 1.

[0017]Therefore, by providing a plane mirror in a glass front and one which were provided in an exit of a paraboloid-of-revolution mirror, composition can be simplified and also accuracy can also be maintained.

[0018]The invention according to claim 3 is provided in the lighting system according to claim 1 between a glass front with which said plane mirror was provided in an exit of said paraboloid-of-revolution mirror, and a light-emitting part of said light source.

[0019]Therefore, when realizing the invention according to claim 1, the whole size can be miniaturized further.

[0020]As for the invention according to claim 4, in the lighting system according to claim 1, said plane mirror is provided in the 1st fly eye lens of said integrator optical system or a considerable member, and one.

[0021]Therefore, by providing a plane mirror in the 1st fly eye lens of an integrator optical system or a considerable member, and one, composition can be simplified and also accuracy can also be maintained.

[0022]

[Embodiment of the Invention]A first embodiment of this invention is described based on drawing 1.

[0023]The condensing lens 2 to use the liquid crystal panel 1 of the becoming rectangular shape as the body to be projected, and for an aspect ratio with the lighting system A1 of this embodiment in every direction make the front face condensing light to each liquid crystal element 4:3 is attached. The lighting system A1 of this embodiment is constituted by the punctiform light source 3, the paraboloid-of-revolution mirror 4 as a reflector in which built-in allocation of this light source 3 is carried out, the integrator optical system 5, and the condenser 6 to such a liquid crystal panel 1.

[0024]As the light source 3, arc light, such as a high-pressure mercury-vapor lamp, a metal halide lamp, and a xenon lamp, is used. This light source 3 is allocated by the position of the focus F of the paraboloid-of-revolution mirror 4 in which inner skin of the shape which rotated the paraboloid was made into the mirror surface 4a. Therefore, the mirror surface 4a of the paraboloid-of-revolution mirror 4 has the optical characteristic made to emit as a parallel beam, when the light from the light source 3 is received. The exit of such a paraboloid-of-revolution mirror 4 is blockaded by the glass front 8.

[0025]The integrator optical system 5 is a thing of common knowledge by JP,3-111806,A etc. which were mentioned above, for example. It consists of combination of the 1st fly eye lens 9 and the 2nd fly eye lens 10, and that to which especially the 2nd fly eye lens 10 carried out orthogonal arrangement of the two cylindrical lens arrays 10a and 10b is used. In this embodiment, these cylindrical lens arrays 10a and the polarization alignment prism array 11 which combined the PBS (polarization beam splitter) array and 1/2 wavelength plate as everyone knows among 10b are formed. The condenser 6 arranged in the latter part of this cylindrical lens array 10b achieves the duty which piles up each light flux divided with the fly eye lens on the liquid crystal panel 1.

[0026]In the fundamental composition as such a lighting system A, the plane mirror 12 is formed in one by this embodiment using the medial surface of the glass front 8 which intersects perpendicularly with the optic axis of a parallel pencil. This plane mirror 12 is what formed the mirror surface in a part of medial surface of the glass front 8, and the window 13 of the non-mirror plane structure of the outline same size is formed in the central part at the outside size of the 1st fly eye lens 9 used as the input part of the integrator optical system 5. That is, window 13 portion has translucency to the light of the light source 3. AR coat 14 which raises the transmission efficiency of light is established in the glass front 8 about this window 13 portion.

[0027]Therefore, if it is in the lighting system A1 of this embodiment, the optical system by the collimating lens 107, the convex lens 106, the concave lens 111 in a conventional example, etc. is all excluded, and it has composition which makes the parallel beam which the reflector in the paraboloid-of-revolution mirror 4 makes input into the integrator optical system 5 directly. However, since all of the light flux which the light source 3 emits only now cannot be used, the light flux by which a direct entry is not carried out to the integrator optical system 5 is again returned to the paraboloid-of-revolution mirror 4 side with the plane mirror 12 which carried out orthogonal arrangement to the optic axis of a parallel beam which the paraboloid-of-revolution mirror 4 makes. In the paraboloid-of-revolution mirror 4, this returned light flux is returned to that focus F, i.e., the light-emitting position of the light source 3. By this embodiment, since arc light, such as a high-pressure mercury-

vapor lamp, a metal halide lamp, and a xenon lamp, is used as the light source 3, here. The returned light flux passes through inter-electrode (in practice). Since it is a number of times as large as the light source image which the focus made here is an image of a light source, and is made when light is emitted at first, a part of light flux by an electrode. After [ which is shaded ] arriving at the mirror surface 4a of the paraboloid-of-revolution mirror 4 and being reflected again, it becomes a parallel beam and tends toward the integrator optical system 5 from window 13 portion.

[0028]Therefore, according to this embodiment, while the parallel beam fundamentally reflected by the paraboloid-of-revolution mirror 4 is emitted towards the integrator optical system 5 through the window 13 by the non-mirror plane of the plane mirror 12, Since it can be made to be able to reflect in the paraboloid-of-revolution mirror 4 again through a focal F position and you can make it emitted as a parallel beam by returning to the paraboloid-of-revolution mirror 4, and reflecting it again by making it reflect with the plane mirror 12 which is emitted from the light source 3 and the light which is not, direct ON, made intersect perpendicularly with the paraboloid-of-revolution mirror 4 to the optic axis of a parallel beam, Parallelism of the light flux which can almost use all efficiently and is made to emit towards the integrator optical system 5 is not reduced. Since the size of the window 13 of the non-mirror plane which has translucency by the outside size and the outline same size of the 1st fly eye lens 9 located in the input part of the integrator optical system 5 is controllable, The size of the integrator optical system 5 can also be stopped small, and the light flux utilization rate from the light source 3 can be maintained, without hardly being influenced by the shape of the integrator optical system 5. By forming the plane mirror 12 in the glass front 8 and one which were provided in the exit of the paraboloid-of-revolution mirror 4, composition can be simplified and also accuracy, such as perpendicularity, can also be maintained.

[0029]A second embodiment of this invention is described based on drawing 2. The portion and identical parts which were shown by a first embodiment are shown using identical codes, and explanation is also omitted (each subsequent embodiment is also made the same).

[0030]At a first embodiment, although the plane mirror 12 was directly formed in the inner surface of the glass front 8 at one, with the lighting system A2 of this embodiment, the plane mirror 15 according to a separate member in the glass front 8 is formed so that it may intersect perpendicularly with the inner face section (or lateral part) of the glass front 8 at the optic axis of a parallel pencil. That to which this plane mirror 15 carried out mirror finish of that light source side surface using the aluminum plate of a high grade is used. Opening formation of the window 16 of outline isomorphism is carried out in the central part at the contour shape of the 1st fly eye lens 9.

[0031]It is clear that the same effect as the case of a first embodiment is acquired also by such composition.

[0032]In the lighting system A2 of this embodiment, you replace with the condenser 6, make it mostly located in the middle as the cylindrical lens 10b and the liquid crystal panel 1, and the convex lens 17 is formed. This convex lens 17 also achieves the function to pile up the light flux divided by the integrator optical system 5 on the 1st page of a liquid crystal panel like the case of the condenser 6. The convex lens 17 to the liquid crystal panel 1 can make an irregular color especially hard to generate like this embodiment, in the case of the liquid crystal projector using a high-reflective-liquid-crystal panel, since the light flux which each composed lens of the fly eye lenses 9 and 10 makes serves as a parallel beam respectively.

[0033]A third embodiment of this invention is described based on drawing 3 and drawing 4. This embodiment shows only the composition of the paraboloid-of-revolution mirror 4 neighborhood. In this embodiment, the plane mirror 15 according to a separate member in the glass front 8 as shown in drawing 2 is arranged between the glass front 8 and the light source 3. That is, the plane mirror 15 is separated from the glass front 8, and it brings close to the light source 3 side. The size and shape of the window 15 are the same as the case of drawing 2.

[0034]although light flux diverging from the light source 3 is made into an outline parallel beam in the paraboloid-of-revolution mirror 4 in such composition -- general -- a 5-10-degree angle of divergence -- containing -- \*\*\*\* . According to composition like this embodiment, it is emitted here from the light source 3, and the light source image made to the focal F position of the light flux which recurred since it was made to recur with the plane mirror 15 before the emission became large can be small suppressed as compared with the case of drawing 2, Since the angle of divergence after being reflected in the paraboloid-of-revolution mirror 4 and being again made the parallel beam can be stopped small, descent of the efficiency in the integrator optical system 5 can be suppressed. According to the composition of this embodiment, as the two-dot chain line in a figure (position which can be omitted) showed, the paraboloid-of-revolution mirror 4 of a portion which separated from the plane mirror 15 can be cut, and a case of a projector which is mentioned later can be made thin. The same

processing is possible, and further, not only the upper and lower sides but right and left may make the outside of the four-directions 2 point-lead line instead of a cut the shape of a core box, and can make a case thin similarly.

[0035]A fourth embodiment of this invention is described based on drawing 5 and drawing 6. This embodiment shows only the composition of the paraboloid-of-revolution mirror 4 neighborhood. According to this embodiment, the plane mirror 18 is formed in the 1st fly eye lens 9 and one which are located in the input part of the integrator optical system 5. The substrate 19 by the same member of the 1st fly eye lens 9 is more specifically formed in the size which can cover the opening of the paraboloid-of-revolution mirror 4, the lens part of the 1st fly eye lens 9 is used as the window 20, and it is constituted by making the circumference into a mirror surface.

[0036]According to this embodiment, since composition which forms the plane mirror 18 can be simplified and an adjustment part can be lessened, it becomes possible to hold down cost. In composition so that glass members, such as UV cut and an IR cut, may be placed between the integrator optical system 5 and the paraboloid-of-revolution mirror 4, it leaves the luminous flux parts which penetrate the 1st fly eye lens to these members, and the effect same also as a plane mirror is acquired in the outside.

[0037]

[Effect of the Invention]According to the lighting system of the invention according to claim 1, while the parallel beam fundamentally reflected by the paraboloid-of-revolution mirror is emitted towards an integrator optical system through the window by the non-mirror plane of a plane mirror, Since it can be made to be able to reflect in a paraboloid-of-revolution mirror again through a focal position and you can make it emitted as a parallel beam by returning to a paraboloid-of-revolution mirror and reflecting it again by making it reflect with the plane mirror which is emitted from a light source and the light which is not, direct ON, made intersect perpendicularly with a paraboloid-of-revolution mirror to the optic axis of a parallel beam, Without reducing the parallelism of the light flux which can almost use all efficiently and is made to emit towards an integrator optical system further, Since the size of the window of the non-mirror plane which has translucency by the outside size and the outline same size of an input part of an integrator optical system is controllable, the size of an integrator optical system can also be stopped small.

[0038]According to the invention according to claim 2, in the lighting system according to claim 1, since the plane mirror was provided in the glass front and one which were provided in the exit of the paraboloid-of-revolution mirror, composition can be simplified and also accuracy, such as perpendicularity, can also be maintained.

[0039]Since it was made to provide in the lighting system according to claim 1 between the glass front in which the plane mirror was provided at the exit of the paraboloid-of-revolution mirror, and the light-emitting part of a light source according to the invention according to claim 3, When realizing the invention according to claim 1, before it can miniaturize the whole size further and illuminant light radiates, retroreflection can be carried out with a plane mirror, and it can control so that an angle of divergence may become small.

---

[Translation done.]

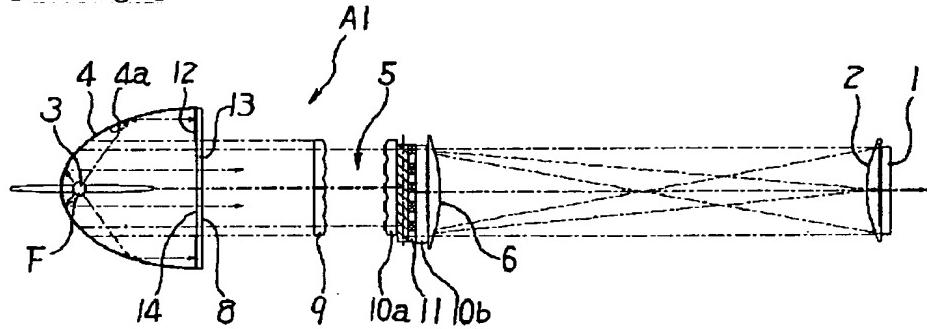
## \* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

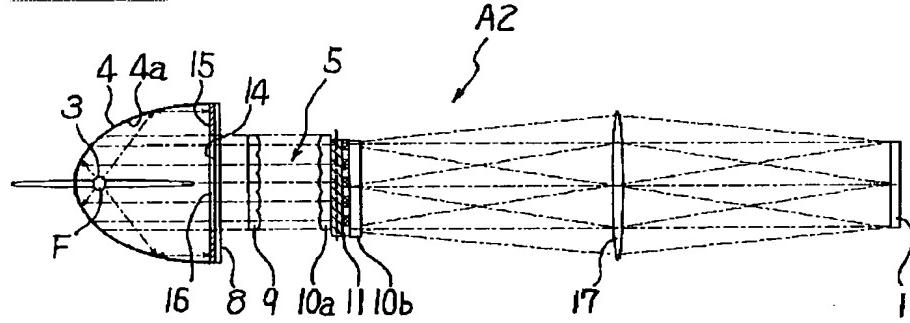
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

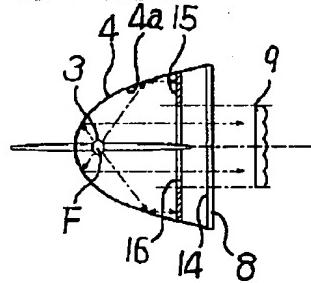
[Drawing 1]



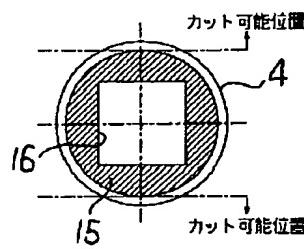
[Drawing 2]



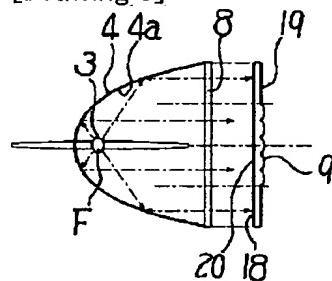
[Drawing 3]



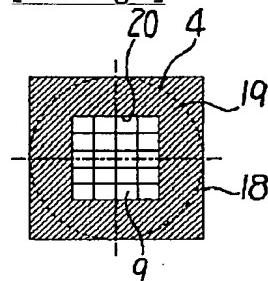
[Drawing 4]



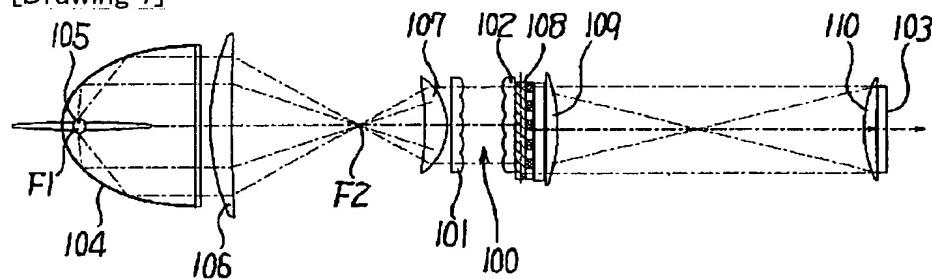
[Drawing 5]



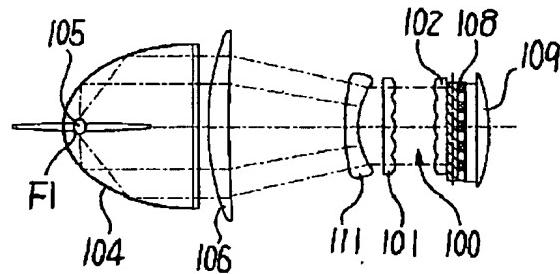
[Drawing 6]



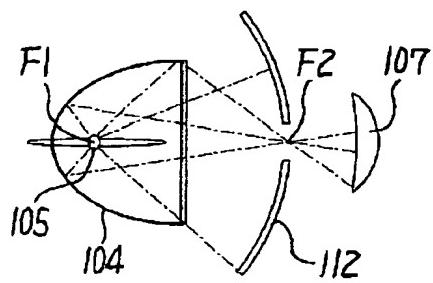
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-116501  
(P2002-116501A)

(43)公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51)Int.Cl.  
G 0 3 B 21/14  
G 0 2 B 19/00  
G 0 2 F 1/13357

識別記号

F I  
G 0 3 B 21/14  
G 0 2 B 19/00  
G 0 2 F 1/1335

A 2 H 0 5 2  
2 H 0 9 1  
5 3 0

テマコト (参考)

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全7頁)

(21)出願番号 特願2000-309735(P2000-309735)

(22)出願日 平成12年10月10日 (2000.10.10)

(71)出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
(72)発明者 山内 佐敏  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72)発明者 滝口 康之  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(74)代理人 100101177  
弁理士 柏木 健史 (外2名)

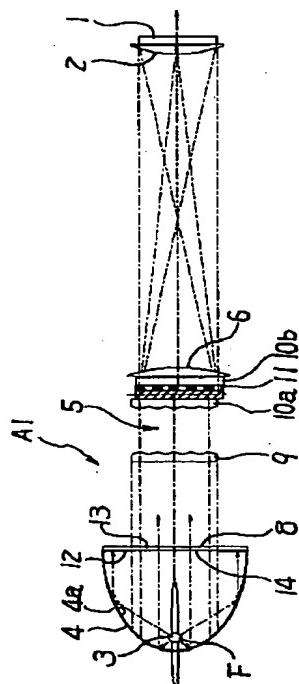
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 照明装置

(57)【要約】

【課題】 インテグレータ光学系に入射させる光束の平行度をより一層向上させ、第2フライアイ面にできる光源像の大きさを点光源状に小さくできる照明装置を提供する。

【解決手段】 回転放物面鏡4により反射された平行光は平面鏡12の非鏡面による窓14を通してインテグレータ光学系5に向けて出射される一方、光源3から発せられて回転放物面鏡4に直接入らない光は平行光の光軸に対して直交させた平面鏡12で反射されることにより再び回転放物面鏡4に返し反射することで焦点位置を経て再度回転放物面鏡4で反射させて平行光として出射することで、光源光の光束の殆ど全部を効率よく利用できる上に、インテグレータ光学系5に向けて出射させる光束の平行度を低下させることもないようにした。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転放物面鏡の焦点付近に光源を配設し、この光源から出射され前記回転放物面鏡で反射された平行光をインテグレータ光学系へ向けて出射させる照明装置において、前記インテグレータ光学系の入力部の外形サイズと概略同サイズで透光性を有する非鏡面の窓が形成された平面鏡を前記平行光の光軸に対して直交させて配設したことを特徴とする照明装置。

【請求項2】前記平面鏡は、前記回転放物面鏡の出口に設けられた前面ガラスと一体に設けられていることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項3】前記平面鏡は、前記回転放物面鏡の出口に設けられた前面ガラスと前記光源の発光部との間に設けられていることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項4】前記平面鏡は、前記インテグレータ光学系の第1フライアイレンズ又は相当部材と一緒に設けられていることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶パネルなどの矩形状の被投射体を照明するのに適した照明装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】液晶パネルのような矩形状の被投射体を均一に照明するための照明光学系としては、従来より、2組のフライアイレンズアレイを組合せたインテグレータ光学系が例えば特開平3-111806号公報により知られている。

【0003】同公報等に示されるインテグレータ光学系は、放物面反射器、楕円面反射器、双曲面反射器等のリフレクタを備えた光源からの光束を、第1のフライアイレンズアレイを構成している複数の矩形状の集光レンズにより分割して2次光源像を形成し、これらの2次光源像を第1のフライアイレンズアレイの複数の矩形状の集光レンズに対応させた複数の集光レンズを備えた第2のフライアイレンズアレイを介して同一の被投射体上に重畳結像させるようにしたものである。このようなインテグレータ光学系によれば、光源光の利用効率が向上するとともに、被投射体面上の光の強度分布をほぼ一様にすことができるとしている。特に、第1のフライアイレンズアレイにおける各集光レンズの形状を矩形状の被投射体のアスペクト比率に対応させて、例えば、4:3なる比率の矩形状に形成することにより光の利用効率及び強度分布の均一化を図ることができる。

【0004】即ち、特開平3-111806号公報においては、インテグレータ光学系として、第1レンズに各長方形のレンズを持つマクロレンズアレイ、第1レンズに対応したレンズを持つ第2のマクロレンズアレイを

使用し、被照射体に合ったアスペクト比の照射を行なえるようにしている。そして、その光源側の構成例として、同公報中のFig. 23によれば、回転楕円面鏡の第1焦点に光源を置き、第2焦点の後にコリメータレンズを置いてからインテグレータ光学系に導くようとしている。

【0005】図7は、特開平3-111806号公報中でFig. 23に示される回転楕円面鏡に代えて回転放物面鏡を用いた構成例を示す。図7において、基本的には、インテグレータ光学系100の第1レンズに各々長方形のレンズを持つマクロレンズアレイ（第1のフライアイレンズ）101と第1レンズに対応したレンズを持つ第2のマクロレンズアレイ（第2のフライアイレンズ）102とを使用し、被照射体であるLCD103に合ったアスペクト比の照射を行なうようにしている。そして、光源側としては、回転放物面鏡104の焦点F1に配設した光源105から出射され回転放物面鏡104による反射で平行にした光を凸レンズ106で第2焦点F2に相当する位置に焦点を結び、コリメートレンズ107によりインテグレータ光学系100に入射させるように構成されている。なお、図7において、108はP偏光成分とS偏光成分とが混在した光源光に関してP偏光成分のみ又はS偏光成分のみに揃える偏光整列プリズムアレイ、109、110はレンズである。

【0006】同公報の例よりも、部品点数は一つ多くなるもののリフレクタ（回転放物面鏡、回転楕円面鏡などを総称する）の大きさと焦点の位置とを自由に設定できる。

【0007】また、特開平10-161065号公報によれば、放物面鏡の焦点位置に光源を置き、平行光を得て、凸レンズで絞ってから凹レンズで再度平行光へ戻してから、偏光変換手段或いはインテグレータ光学系へ導くようにした照明装置が提案されている。

【0008】図8は特開平10-161065号公報例の考え方に基づいて照明装置を描いたものである。図7との対比では、第2焦点F2に相当する位置よりも手前側（光源側）に平行化レンズ111を配設し、コリメータレンズ107を省略したものである。

【0009】さらに、図9に示すように、前述の特開平3-111806号公報方式の場合と同様に回転楕円面鏡（回転放物面鏡104）の第1焦点F1に光源105を置き、第2焦点F2の後にコリメータレンズ107を置いてからインテグレータ光学系100に導く方式で、回転楕円面鏡104に入らない光束を球心を第1焦点F1に持つ凹面鏡112で光源105に戻し、光源105から発する光束の殆どを利用できるようにしたものもある。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】前述の特開平3-111806号公報に示される思想は光源105が発する光

束を一旦集光し、コリメータレンズ107で平行光にすることによりインテグレータ光学系100全体のサイズを小さくし、大局的な目的を満たそうとするものである。しかしながら、この構成は光源105が発散する光束が再度集光された焦点部での光源像の大きさは元の光源像の何倍にも拡大されてしまい、コリメータレンズ107で平行光にしようとしても限界があり、インテグレータ光学系100での光利用効率を落とすことになる。この性質は回転放物面鏡104に代えて回転楕円面鏡を用いても、この回転放物面鏡104と凸レンズ107との組合せと同じ傾向を示す。

【0011】また、特開平10-161065号公報例のように構成しても平行化レンズ(凹レンズ)111の出力する平行光は原理的に図7で示したコリメータレンズ107で得る平行光と同程度の平行光しか得られない。この方式についても、前述の従来例と同様、この性質は回転楕円面鏡を用いて第2焦点F2の手前に平行化レンズ111を置くようにしても、この回転放物面鏡104と平行化レンズ111の組合せと同じ傾向を示す。

【0012】さらに、図9に示した例では、第1焦点F1の位置に球心を一致させた凹面鏡112を配置することにより、回転放物面鏡104のミラー面に取り込めない光を再帰させて利用することで光源105の発する光束の利用効率を向上させている。しかしながら、光束を一旦集光し、コリメータレンズ107で平行光にすることによりインテグレータ光学系100全体のサイズを小さくし、大局的な目的を満たそうとする考え方は図7で示した従来例と同じものである。ということで、この構成は光源105が発散する光束が再度集光された焦点部での光源像の大きさは元の光源像の何倍にも拡大されてしまいコリメータレンズ107で平行光にしようとしても限界があり、インテグレータ光学系100での光利用効率を落とすことになることには代わりが無い。

【0013】そこで、本発明は、インテグレータ光学系に入射させる光束の平行度をより一層向上させることで、インテグレータ光学系の第2フライアイレンズ面にできる光源像の大きさを点光源状に小さくすることができる照明装置を提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、回転放物面鏡の焦点付近に光源を配設し、この光源から出射され前記回転放物面鏡で反射された平行光をインテグレータ光学系へ向けて出射させる照明装置において、前記インテグレータ光学系の入力部の外形サイズと概略同サイズで透光性を有する非鏡面の窓が形成された平面鏡を前記平行光の光軸に対して直交させて配設した。

【0015】従って、基本的に回転放物面鏡により反射された平行光は平面鏡の非鏡面による窓を通してインテグレータ光学系に向けて出射される一方、光源から発せられて回転放物面鏡に直接入らない光は平行光の光軸に

対して直交させた平面鏡で反射されることにより再び回転放物面鏡に返し反射させることで焦点位置を経て再度回転放物面鏡で反射させて平行光として出射させることができるので、光源光の光束の殆ど全部を効率よく利用できる上に、インテグレータ光学系に向けて出射せる光束の平行度も向上させることができる。さらには、インテグレータ光学系の入力部の外形サイズと概略同サイズで透光性を有する非鏡面の窓の大きさに規制することができるので、インテグレータ光学系のサイズを小さく抑えることもできる。

10 【0016】請求項2記載の発明は、請求項1記載の照明装置において、前記平面鏡は、前記回転放物面鏡の出口に設けられた前面ガラスと一緒に設けられている。

【0017】従って、回転放物面鏡の出口に設けられた前面ガラスと一緒に平面鏡を設けることにより、構成を単純にできる上に精度も維持できる。

20 【0018】請求項3記載の発明は、請求項1記載の照明装置において、前記平面鏡は、前記回転放物面鏡の出口に設けられた前面ガラスと前記光源の発光部との間に設けられている。

【0019】従って、請求項1記載の発明を実現する上で、全体の大きさをより一層小型化できる。

20 【0020】請求項4記載の発明は、請求項1記載の照明装置において、前記平面鏡は、前記インテグレータ光学系の第1フライアイレンズ又は相当部材と一緒に設けられている。

【0021】従って、インテグレータ光学系の第1フライアイレンズ又は相当部材と一緒に平面鏡を設けることにより、構成を単純にできる上に精度も維持できる。

30 【0022】

【発明の実施の形態】本発明の第一の実施の形態を図1に基づいて説明する。

30 【0023】本実施の形態の照明装置A1は、縦横のアスペクト比が4:3なる矩形状の液晶パネル1を被投射体とするもので、その前面には各液晶素子に対して光を集めさせるためのコンデンサレンズ2が付設されている。このような液晶パネル1に対して、本実施の形態の照明装置A1は、点状の光源3と、この光源3が内蔵配設されるリフレクタとしての回転放物面鏡4と、インテグレータ光学系5と、集光レンズ6とにより構成されている。

40 【0024】光源3としては、高圧水銀灯、メタルハライドランプ、キセノンランプ等のアーク灯が用いられている。この光源3は放物面を回転させた形状の内周面がミラー面4aとされた回転放物面鏡4の焦点Fの位置に配設されている。従って、回転放物面鏡4のミラー面4aは、光源3からの光を受けた場合に平行光として出射せる光学的特性を有する。このような回転放物面鏡4の出口は前面ガラス8により閉塞されている。

50 【0025】インテグレータ光学系5は、例えば前述し

た特開平3-111806号公報等により周知のものであり、第1フライアイレンズ9と第2フライアイレンズ10との組合せからなり、特に、第2フライアイレンズ10は2つのシリンドリカルレンズアレイ10a, 10bを直交配置させたものが用いられている。また、本実施の形態では、これらのシリンドリカルレンズアレイ10a, 10b間には周知のようにPBS(偏光ビームスプリッタ)アレイと1/2波長板とを組合せた偏光整列プリズムアレイ11が設けられている。このシリンドリカルレンズアレイ10bの後段に配置された集光レンズ6は、フライアイレンズにより分割された各光束を液晶パネル1上に重ね合わせる役目を果たす。

【0026】このような照明装置Aとしての基本的な構成において、本実施の形態では、平行光束の光軸に直交する前面ガラス8の内側面を利用して平面鏡12が一体に設けられている。この平面鏡12は前面ガラス8の内側面の一部にミラー面を形成したもので、インテグレータ光学系5の入力部となる第1フライアイレンズ9の外形サイズに概略同サイズの非鏡面構造の窓13が中心部に形成されている。即ち、窓13部分は光源3の光に対して透光性を有する。この窓13部分に関して前面ガラス8には光の透過効率を向上させるARコート14が設けられている。

【0027】従って、本実施の形態の照明装置A1にあっては、従来例にあるコリメータレンズ107や、凸レンズ106、凹レンズ111などによる光学系を全部省き、回転放物面鏡4によるリフレクタが作る平行光を直接インテグレータ光学系5に入力させる構成とされている。しかしながら、これだけでは光源3の発する光束の全部を利用できないので、インテグレータ光学系5に直接入力されない光束は回転放物面鏡4の作る平行光の光軸に対して直交配置させた平面鏡12により、再度回転放物面鏡4側に返す。この返された光束は回転放物面鏡4により、その焦点F、即ち、光源3の発光位置に戻される。ここで、本実施の形態では、光源3として高圧水銀灯、メタルハライドランプ、キセノンランプなどのアーク灯が用いられているので、戻された光束は電極間をすり抜けて(実際は、ここにできる焦点は光源の像であり、最初発光したときにできる光源像よりも幾倍か大きくなっているので光束の一部分は電極により、遮光される)、再び、回転放物面鏡4のミラー面4aに達し、再度反射された後、平行光になって、窓13部分から、インテグレータ光学系5に向かう。

【0028】従って、本実施の形態によれば、基本的に回転放物面鏡4により反射された平行光は平面鏡12の非鏡面による窓13を通してインテグレータ光学系5に向けて出射される一方、光源3から発せられて回転放物面鏡4に直接入らない光は平行光の光軸に対して直交させた平面鏡12で反射されることにより再び回転放物面鏡4に返し反射することで焦点F位置を経て再度回転

放物面鏡4で反射させて平行光として出射させることができるので、光源光の光束の殆ど全部を効率よく利用できる上に、インテグレータ光学系5に向けて出射せる光束の平行度を低下させることもない。さらには、インテグレータ光学系5の入力部に位置する第1フライアイレンズ9の外形サイズと概略同サイズで透光性を有する非鏡面の窓13の大きさを規制することができるので、インテグレータ光学系5のサイズを小さく抑えることもでき、インテグレータ光学系5の形状に殆ど左右されず光源3からの光束利用率を維持できる。また、回転放物面鏡4の出口に設けられた前面ガラス8と一緒に平面鏡12を設けることにより、構成を単純にできる上に直交度等の精度も維持できる。

【0029】本発明の第二の実施の形態を図2に基づいて説明する。第一の実施の形態で示した部分と同一部分は同一符号を用いて示し、説明も省略する(以降の各実施の形態でも同様とする)。

【0030】第一の実施の形態では、前面ガラス8の内面に直接平面鏡12を一緒に形成したが、本実施の形態の照明装置A2では、前面ガラス8とは別部材による平面鏡15を前面ガラス8の内面部分(又は、外側部分)に平行光束の光軸に直交するように設けたものである。この平面鏡15は例えば高純度のアルミニウム板を用い、その光源側表面を鏡面仕上げしたものが用いられている。また、中心部には、第1フライアイレンズ9の外形形状に概略同形の窓16が開口形成されている。

【0031】このような構成によっても、第一の実施の形態の場合と同様の効果が得られることは明らかである。

【0032】なお、本実施の形態の照明装置A2では、集光レンズ6に代えて、シリンドリカルレンズ10bと液晶パネル1とのほぼ中間に位置させて凸レンズ17が設けられている。この凸レンズ17も集光レンズ6の場合と同様に、インテグレータ光学系5により分割された光束を液晶パネル1面上に重ね合わせる機能を果たす。特に、本実施の形態のように、凸レンズ17から液晶パネル1まではフライアイレンズ9, 10の各々の構成レンズが作る光束が各々平行光となっているので、反射型液晶パネルを用いる液晶プロジェクタの場合には色むらを発生にくくすることができる。

【0033】本発明の第三の実施の形態を図3及び図4に基づいて説明する。本実施の形態では、回転放物面鏡4付近の構成のみを示す。本実施の形態では、図2に示したような前面ガラス8とは別部材による平面鏡15を前面ガラス8と光源3との間に配置させたものである。即ち、平面鏡15を前面ガラス8から離し光源3側に近づけたものである。窓15の大きさ・形状は図2の場合と同じである。

【0034】このような構成において、光源3から発散する光束は回転放物面鏡4で概略平行光にされるが、一

一般的に5~10°の発散角の含んでいる。ここに、本実施の形態のような構成によれば、光源3から出射されてその発散が大きくなる前に平面鏡15で再帰させるので再帰された光束の焦点F位置にできる光源像を図2の場合に比較して小さく抑えることができ、再度、回転放物面鏡4で反射され平行光にされた後の発散角を小さく抑えることができるので、インテグレータ光学系5での効率の低下を抑えることができる。また、本実施の形態の構成によれば、図中2点鎖線(カット可能位置)で示したように平面鏡15から外れた部分の回転放物面鏡4をカットすることができ、後述するようなプロジェクタの筐体を薄くすることができる。上下だけでなく、左右も同様の加工が可能で、さらには、カットではなく上下左右2点差線の外側を箱型の形状にしても良く、同様に筐体を薄くすることができる。

【0035】本発明の第四の実施の形態を図5及び図6に基づいて説明する。本実施の形態では、回転放物面鏡4付近の構成のみを示す。本実施の形態では、インテグレータ光学系5の入力部に位置する第1フライアイレンズ9と一体に平面鏡18を設けたものである。より具体的には、第1フライアイレンズ9の同一部材による基板19を回転放物面鏡4の開口をカバーし得る大きさに形成し、第1フライアイレンズ9のレンズ部分を窓20とし、その周囲をミラー面とすることにより構成されている。

【0036】本実施の形態によれば、平面鏡18を設ける構成を単純にでき、調整箇所を少なくできることからコストを抑えることが可能となる。また、インテグレータ光学系5と回転放物面鏡4との間にUVカット、IRカットなどのガラス部材を置くような構成の場合、これらの部材に第1フライアイレンズを透過する光束部分を残してその外側を平面鏡としても、同様の効果が得られる。

### 【0037】

【発明の効果】請求項1記載の発明の照明装置によれば、基本的に回転放物面鏡により反射された平行光は平面鏡の非鏡面による窓を通してインテグレータ光学系に向けて出射される一方、光源から発せられて回転放物面鏡に直接入らない光は平行光の光軸に対して直交させた平面鏡で反射されることにより再び回転放物面鏡に返し反射させることで焦点位置を経て再度回転放物面鏡で反射させて平行光として出射させることができるので、光源光の光束の殆ど全部を効率よく利用できる上に、インテグレータ光学系に向けて出射させる光束の平行度を低下させることもなく、さらには、インテグレータ光学系の入力部の外形サイズと概略同サイズで透光性を有する

非鏡面の窓の大きさを規制することができるので、インテグレータ光学系のサイズを小さく抑えることもできる。

【0038】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の照明装置において、回転放物面鏡の出口に設けられた前面ガラスと一体に平面鏡を設けたので、構成を単純にできる上に直交度等の精度も維持することができる。

【0039】請求項3記載の発明によれば、請求項1記載の照明装置において、平面鏡を回転放物面鏡の出口に設けられた前面ガラスと光源の発光部との間に設けるようにしたので、請求項1記載の発明を実現する上で、全体の大きさをより一層小型化でき、かつ、光源光が発散する前に平面鏡で再帰反射させることができ、発散角が小さくなるように抑制できる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施の形態の照明装置を示す光学系構成図である。

【図2】本発明の第二の実施の形態の照明装置を示す光学系構成図である。

【図3】本発明の第三の実施の形態の照明装置の要部を示すリフレクタ付近の断面構造図である。

【図4】そのリフレクタの正面図である。

【図5】本発明の第四の実施の形態の照明装置の要部を示すリフレクタ付近の断面構造図である。

【図6】その正面図である。

【図7】第1の従来例の照明装置を示す光学系構成図である。

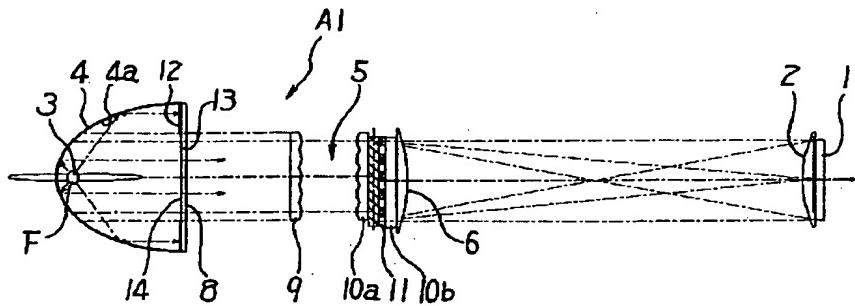
【図8】第2の従来例の照明装置のリフレクタ付近を示す光学系構成図である。

【図9】第3の従来例の照明装置のリフレクタ付近を示す光学系構成図である。

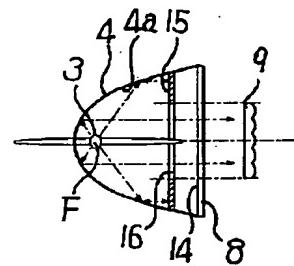
### 【符号の説明】

1	被投射体、液晶パネル
3	光源
4	放物面鏡、リフレクタ
5	インテグレータ光学系、出力光利用光学系
8	前面ガラス
9	第1フライアイレンズ
10	第2フライアイレンズ
40	平面鏡
12	窓
13	平面鏡
15	窓
16	平面鏡
18	窓
20	平面鏡

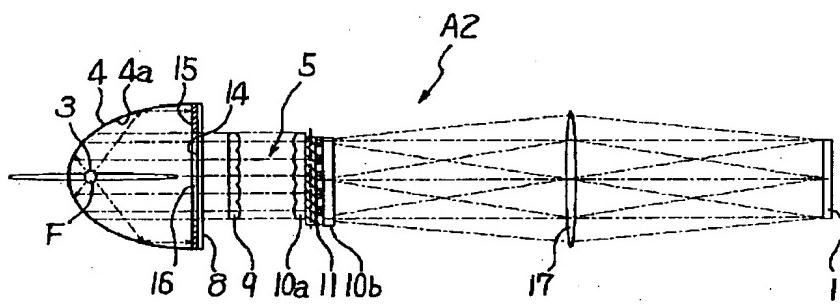
【図1】



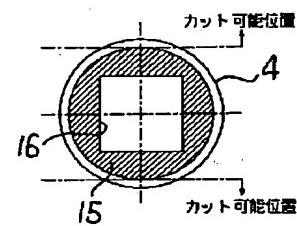
【図3】



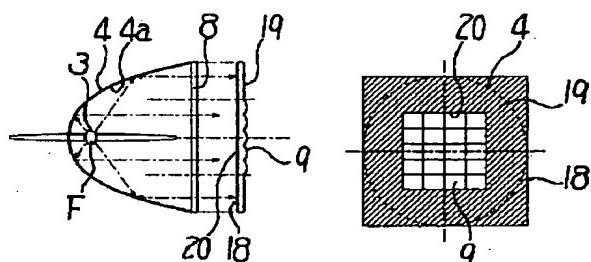
【図2】



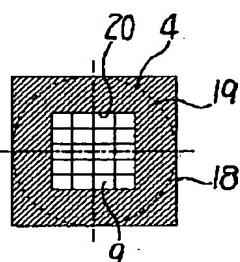
【図4】



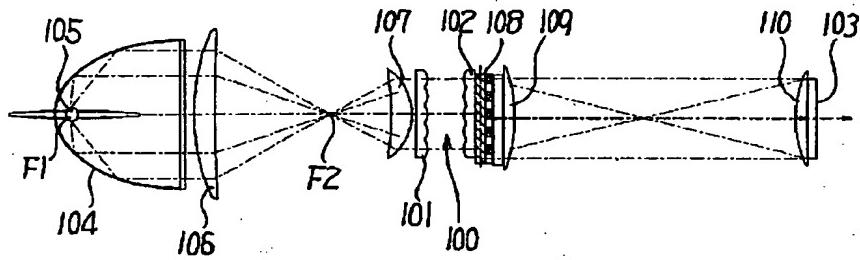
【図5】



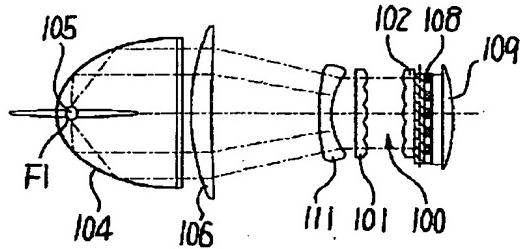
【図6】



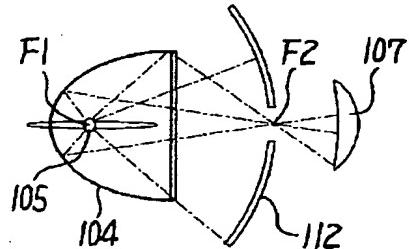
【図7】



【図8】



【図9】



## フロントページの続き

(72)発明者 亀山 健司  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
(72)発明者 宮垣 一也  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
(72)発明者 本田 正  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 永瀬 修  
岩手県花巻市大畠第10地割109 リコー光学株式会社内  
(72)発明者 山影 明弘  
岩手県花巻市大畠第10地割109 リコー光学株式会社内  
(72)発明者 石山 政秋  
岩手県花巻市大畠第10地割109 リコー光学株式会社内  
F ターム(参考) 2H052 BA02 BA03 BA09 BA14  
2H091 FA14Z FA21Z FA26Z FA41Z  
LA15 LA17 LA18